

**Measuring device for the continuous weight determination of material streams**

**Patent number:** DE3346145  
**Publication date:** 1985-07-18  
**Inventor:** FRIEDRICH CLAUS (DE)  
**Applicant:** FRIEDRICH CLAUS (DE)  
**Classification:**  
- international: G01F1/80; G01G9/00; G01F1/76  
- european: G01F1/80; G01G9/00; G01G11/00  
**Application number:** DE19833346145 19831221  
**Priority number(s):** DE19833346145 19831221

## Also published as:

EP0146902 (A2)  
US4574896 (A1)  
JP60157019 (A)  
EP0146902 (A3)  
EP0146902 (B1)

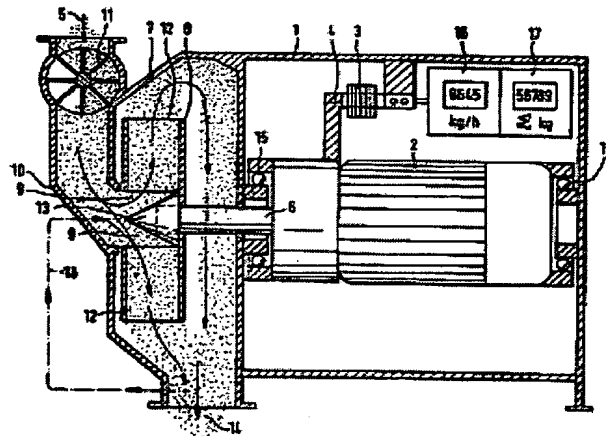
more &gt;&gt;

Report a data error here

Abstract not available for DE3346145

Abstract of corresponding document: US4574896

The continuous determination of the weight of a material stream by means of the blow force occurring on a bouncing plate, as used for many applications, is not sufficiently exact. For the determination of the driving torque a rotating impeller wheel which conveys the material stream and is driven at a constant speed of rotation is being proposed, the material stream being supplied to the impeller wheel in the central range thereof and is radially supplied to the guide vanes which lie outside of the central supply range.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 3346145 C2

51 Int. Cl. 4:  
G01 F 1/80  
G 01 G 11/00

21 Aktenzeichen: P 33 46 145.7-52  
22 Anmeldetag: 21. 12. 83  
43 Offenlegungstag: 18. 7. 85  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 2. 86

E P D 146 902

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Friedrich, Claus, 6304 Lollar, DE

74 Vertreter:

Hann, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Sternagel, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., Pat.-Anw., 6300 Gießen

72 Erfinder:

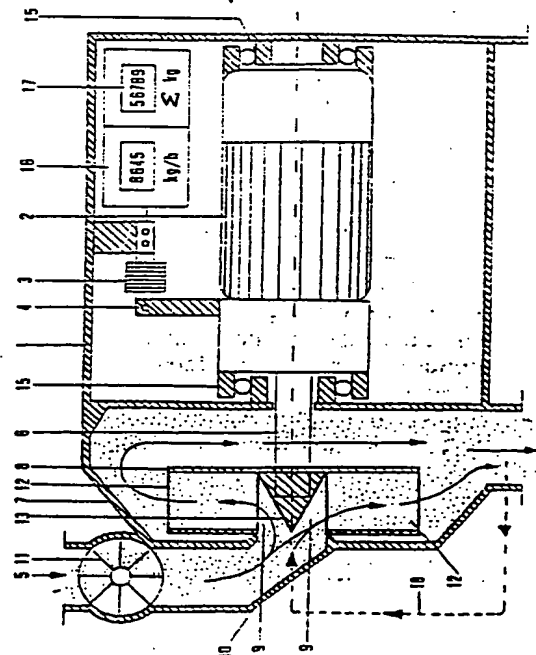
gleich Patentinhaber

56 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-AS 19 40 425  
DE-OS 25 44 976

54 Meßvorrichtung zur kontinuierlichen Ermittlung der Durchsatzmenge von Materialströmen

Die kontinuierliche Erfassung der Durchsatzmenge eines Materialstromes mittels der an einer Prallplatte auftretenden Stoßkraft ist für viele Anwendungsfälle nicht exakt genug. Es wird zur Ermittlung des Antriebsdrehmomentes ein den Materialstrom förderndes und mit konstanter Drehzahl rotierendes Flügelrad (8) vorgeschlagen, wobei dieser Materialstrom dem Flügelrad im axialen Bereich aufgegeben und den außerhalb des axialen Zuführbereiches (9) liegenden Leitschaufeln (12) radial zugeführt wird.



DE 3346145 C2

## Patentansprüche:

1. Meßvorrichtung zur kontinuierlichen Ermittlung der Durchsatzmenge von Materialströmen, insbesondere von Schüttgütern wie Körnerfrüchte oder deren Mahlprodukte, bestehend aus einem mit konstanter Drehzahl von einem Motor (2) angetriebenen Flügelrad (8) mit sich vom Außenumfang zum Mittelpunkt hin erstreckenden Leitschaukeln (12), die vor dem axialen Zuführbereich zum Flügelrad (8) enden, bei welchem der Materialstrom im axialen Bereich über eine Beschickungseinrichtung (10, 11) zugeführt und durch die Leitschaukeln (12) der Materialstrom beschleunigt wird und das Flügelradgehäuse (7) gegenüber dem Ausschleuderbereich des Flügelrades (8) als schräg zur Flügelradachse verlaufender Prallbereich ausgebildet ist, wobei die auftretende Änderung des Antriebsdrehmomentes als Meßgröße zur Ermittlung der Durchsatzmenge dient, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschickungseinrichtung aus einem bis in den axialen Zuführbereich (9) geführten Zuführtrichter (10) besteht, der so ausgebildet ist, daß der Materialstrom in den axialen Bereich des Flügelrades gelangt und der axiale Zuführbereich (9) des Flügelrades (8) mit einer den Materialstrom radial in Richtung der Leitschaukeln (12) unlenkenden kegelförmigen Leitvorrichtung (13) versehen ist.
2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschickungseinrichtung noch eine dem Zuführtrichter (10) vorgeordnete Schleuse (11) aufweist.
3. Meßvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Schleuse eine Zellenrad-schleuse (11) oder eine Rohrschnecke dient.
4. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine vom Auslaufraum (14) des Flügelradgehäuses (7) zum Zuführbereich des Materialstromes führende Luftrückleitung (18).
5. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Prallbereich etwa unter einem Winkel von  $45^\circ$  zur Flügelradachse verläuft.
6. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor zum Antrieb des Flügelrades (8) pendelnd gelagert und mit einer Drehmomentmeßvorrichtung verbunden ist.
7. Meßvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Drehmomentmeßeinrichtung eine in Achsrichtung des Motors zum Antrieb des Flügelrades (8) verlaufender Kraftaufnehmer dient, welcher über ein Gestänge (4) mit dem Motorgehäuse verbunden ist.
8. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kraftaufnehmer (3) ein auf den Mengenstrom pro Zeiteinheit geeichtes Anzeigegerät (16) sowie ein Gesamt-mengenzähler (17) zugeordnet ist.
9. Verwendung der Meßvorrichtung nach Ansprüchen 2 oder 3 als Dosiervorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Schleuse (11) als Dosierelement dient, indem die Förderleistung der Schleuse (11) so eingeregelt wird, daß das der gewünschten Menge entsprechende Drehmoment des Flügelrades (8) von der Drehmomentmeßvorrichtung angezeigt wird.

Die Erfindung betrifft eine Meßvorrichtung zur kontinuierlichen Ermittlung der Durchsatzmenge von Materialströmen, insbesondere von Schüttgütern wie z. B. Körnerfrüchte oder deren Mahlprodukte, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Zur genauen Ermittlung der Durchsatzmenge von Materialströmen, wie sie bei vielen Schüttgütern gefordert wird, ist es üblich, nacheinander ein Wiegegefäß zu füllen, zu wiegen und anschließend wieder zu entleeren. Diese Methode hat den Nachteil, daß der kontinuierliche Materialstrom fortwährend unterbrochen wird und außerdem mechanisch aufwendig ist.

Zur kontinuierlichen Ermittlung der Durchsatzmenge von Materialströmen werden in der Praxis nur Förderbandwaagen eingesetzt, hierbei wird das Gewicht eines mit Schüttgut beaufschlagten Förderbandes kontinuierlich gemessen. Diese Methode ist in vielen Prozessen nicht anwendbar, da sie zum einen recht aufwendig ist und zum anderen nur sehr schwierig staubdicht auszuführen ist.

Eine bekannte Methode zur kontinuierlichen Mengemessung von schüttfähigen Feststoffen besteht darin, das Fördergut aus einer bestimmten Fallhöhe auf eine Prallplatte fallen zu lassen und die Stoßkraft an der Prallplatte zu messen. Unter der Voraussetzung, daß gleichbleibende Bedingungen eingehalten werden können, ist die Stoßkraft proportional zur Förderstärke. Es ist nicht möglich, die Meßbedingungen wie Fallhöhe, Reibung zwischen Schüttgut und Prallplatte so gleichbleibend zu halten, daß eine ausreichende Genauigkeit erzielt wird. Insbesondere im unteren Meßbereich treten durch Luftverwirbelungen Meßfehler auf, welche diese Methode für höhere Anforderungen an die Meßgenauigkeit, wie sie bei einer Gewichtsermittlung gefordert werden, unbrauchbar machen.

Zur Massen- bzw. Mengenbestimmung von pneumatisch gefördertem Schüttgut der Eisenindustrie, wie Kalkstaub oder Feinerz wird gemäß der DE-OS 25 44 976 die wirksame Trägheitskraft (Corioliskraft), welche bei der Kopplung eines bewegten Masseteilchens mit einem sich drehenden Bezugskörper auftritt, zur Massenbestimmung ausgenutzt. Hierzu wird der Materialstrom achsparallel auf praktisch die gesamte Fläche einer mit radialen Leitschaukeln versehenen Scheibe gebracht, worauf das Schüttgut im wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse der Scheibe weggeschleudert wird. Das Drehmoment der mit konstanter Drehzahl rotierenden Scheibe ändert sich entsprechend der Corioliskraft, wobei die Drehmomentänderung zu der Masse des strömenden Meßgutes etwa proportional ist. Mit der Änderung des Drehmomentes ändert sich die Leistungsaufnahme des die Scheibe antreibenden Elektromotors; deshalb kann die Stromaufnahme des Elektromotors gemessen und als Maß zur Bestimmung des Massenstromes benutzt werden. Für die Anwendung in der Eisenindustrie zur Bestimmung der Gattierungsmengen mag die in der DE-OS 25 44 976 beschriebene Vorrichtung ausreichend sein, aber zur exakten Durchflußbestimmung eines reinen Schüttgutstromes, wie z. B. Körnerfrüchte, ist diese Vorrichtung zu ungenau. Die Zuführung des Schüttgutes senkrecht auf praktische die gesamte Leitschaukelfläche der rotierenden Scheibe führt zu unkontrollierten Abpralleffekten beim Berühren der Leitschaukeln, wodurch die Meßgenauigkeit negativ beeinflußt wird. Je nachdem, an welcher Stelle des Scheibenradius die Masseteilchen auftreffen, ist die Beschleunigungsstrecke durch die Leitschaukeln verschieden lang; dadurch gehen auch unterschiedliche

Reibungseinflüsse zwischen den Masseteilchen und den Leitschaufeln in das Meßergebnis ein. Zudem ist die Leistungsaufnahme-Messung des Elektromotors relativ ungenau, wegen des unlinearen Wirkungsgradverlaufes und sich ändernder Lagerreibung.

In DE-AS 19 40 425 ist ein Massenfluß-Meßgerät für Schüttgüter gemäß Gattungsbegriff der vorliegenden Anmeldung beschrieben mit einem schräg zu seiner Achse liegenden Guteinlaufschacht, bei dem die Achse unter einem Winkel von 0 bis 45° zur Horizontalen geneigt ist. Die unsymmetrische Gutzufuhr ist in der Druckschrift als nicht nachteilig beschrieben, weil das Schleuderrad so groß sei, daß auch bei einseitiger Beaufschlagung die erforderliche Gutmenge durchgesetzt werden kann. Die exzentrische Lage der Beschleunigungskraft sei bedeutungslos, da die Schwenkachse des Motors in seiner Drehachse liege. Aus der Figur ergibt sich, daß Material, welches den Einlaufschacht passiert, insbesondere im rechten Teil, direkt auf die Schaufeln des Schleuderrades gelangt. Dies ist insbesondere auch dann der Fall, wenn die Anlage nicht einem Winkel von 45°, sondern horizontal angeordnet wird.

Es hat sich nun herausgestellt, daß eine direkte Materialzufuhr auf die Leitschaufeln einen das Drehmoment verändernden Impuls auslöst, der sich von dem unterscheidet, der durch Material erzeugt wird, das nicht direkt auf die Schaufeln, sondern zunächst auf das Schleuderrad gelangt. Dies führt zu einer erheblichen Meßungenauigkeit, so daß sich die in der Druckschrift beschriebene Ausführungsform am Markt nicht durchgesetzt hat.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Meßvorrichtung, welche die bei der Beschleunigung des Materials auftretende Drehmomentsänderung mißt, so zu gestalten, daß eine kontinuierliche Gewichtserfassung mit größerer Genauigkeit erzielt wird, als mit den bekannten Einrichtungen.

Diese Aufgabe wird durch eine konstruktive Gestaltung des Zuführtrichters gelöst, die sicherstellt, daß keine Materialteilchen direkt auf die Leitschaufeln des Flügelrades gelangen und durch die Anordnung einer kegelförmigen, den Materialstrom umlenkenden Leitvorrichtung im axialen Bereich des Flügelrades.

Die erfindungsgemäße Meßvorrichtung zur kontinuierlichen Ermittlung der Durchsatzmenge von Materialströmen ist dadurch gekennzeichnet, daß die Beschickungseinrichtung aus einem bis in den axialen Zuführbereich geführten Zuführtrichter besteht, der so ausgebildet ist, daß der Materialstrom in den axialen Bereich des Flügelrades gelangt und der axiale Zuführbereich des Flügelrades mit einer den Materialstrom radial in Richtung der Leitschaufeln umlenkenden kegelförmigen Leitvorrichtung versehen ist.

Es ist völlig überraschend, daß es für die Meßgenauigkeit wesentlich darauf ankommt, daß die einzelnen Masseteilchen möglichst gleichen Beschleunigungsbedingungen unterliegen, d. h. zunächst durch eine Leit-einrichtung umgelenkt werden müssen, ehe die Beschleunigungswirkung durch die Zentrifugalkraft des sich drehenden Flügelrades und die Leitschaufeln ein-wirkt.

Die erfindungsgemäße Ausbildung des Zuführtrichters und des Flügelrades gewährleistet, daß der Materialstrom ohne störende Pralleffekte dem mittleren Bereich des Flügelrades und anschließend radial den Leitschaufeln zugeführt wird. Zwischen den Leitschau-feln unterliegt jedes Masseteilchen den selben Beschleunigungsbedingungen, so daß die Masse des Ge-

samtstromes durch die Änderung des Antriebsdrehmo-mentes sehr genau erfaßt wird. Die Beschleunigungs-strecke ist für jedes Masseteilchen gleich lang.

Um die Abhängigkeit zwischen dem Massestrom und dem erforderlichen Drehmoment zum Antrieb des Flü-gelrades aufzuzeigen, wird nachstehend folgender rech-nerischer Nachweis geführt:

In einem bewegten (rotierenden) Bezugssystem (siehe Fig. 2) wirkt auf ein Masseteilchen  $dm$  die Corioliskraft  $F_c$ . Diese Kraft  $F_c$  wirkt senkrecht zur Winkelge-schwindigkeit  $\omega$  und senkrecht zur Teilchengeschwin-digkeit  $v$ . Die Corioliskraft ist für jeden Radius gleich und für das betrachtete Massenelement  $dm$ .

$$dF_c = 2 \omega \cdot v \cdot dm.$$

Das Massenelement  $dm$  läßt sich berechnen aus der Definition, daß die Masse  $m = \rho \cdot V$  ist, mit  $\rho$  = Dichte und  $V$  = Volumen zu:

$$dm = \rho \cdot dV$$

wobei das Volumenelement  $dV$  gegeben ist aus der Querschnittsfläche  $A$  im Abstand  $r$  vom Drehpunkt zu:

$$dV = A \cdot dr$$

und damit

$$dm = A \cdot \rho \cdot dr.$$

In die Gleichung für die Corioliskraft eingesetzt erhält man dann für diese:

$$dF_c = 2 \omega \cdot v \cdot A \cdot \rho \cdot dr.$$

Das Produkt  $A \cdot \rho \cdot v$  ist gleich dem Massenstrom pro Zeit durch das betrachtete Volumenelement, also

$$\frac{dm}{dt} = A \cdot \rho \cdot v = \dot{m}.$$

Damit ergibt sich eine Beziehung zwischen dem Mas-sendurchsatz  $\dot{m}$  und Corioliskraft  $F_c$ , die auf Grund ihrer Natur der Drehung des Flügelrades entgegenge-richtet ist, also ein bremsendes Drehmoment erzeugt.

$$dF_c = 2 \omega \cdot \dot{m} \cdot dr.$$

Daraus folgt für das Drehmoment  $T_c = \vec{F}_c \times \vec{r}$  bzw. da hier  $\vec{F}_c \perp \vec{r}$  gilt:

$$dT_c = r dF_c = 2 \omega \cdot \dot{m} \cdot r dr.$$

Das Bremsdrehmoment  $T_c$  erhält man durch Integra-tion über die Schaufellänge zu:

$$T_c = 2 \omega \cdot \dot{m} \int_R r dr \\ \Rightarrow T_c = \dot{m} \cdot \omega (R_2^2 - R_1^2).$$

Hieraus ergibt sich, daß das zum konstanten Antrieb des Flügelrades erforderliche Drehmoment genau pro-portional zum Massendurchsatz ist. Dieses Ergebnis wurde auch durch praktische Versuche bestätigt.

Im praktischen Aufbau der Meßvorrichtung kommt es darauf an, den Materialstrom möglichst gleichmäßig und wirbelfrei dem Flügelrad zuzuführen und auch aus diesem wieder ohne Rückwirkung abzuführen. Nähere Einzelheiten sind an einem in der Zeichnung Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel erläutert.

Ein in dem Gehäuse 1 pendelnd gelagerter Elektromotor 2 treibt über die Welle 6 das in dem Flügelradgehäuse 7 angeordnete Flügelrad 8 an. Der Elektromotor ist so gesteuert, daß er unabhängig von der Belastung das Flügelrad 8 mit konstanter Drehzahl antreibt. Im axialen Zuführbereich 9 des Flügelrades 8 schließt sich an das Flügelradgehäuse 7 ein Zuführtrichter 10 an, welchem eine Zellenradschleuse 11 vorgeschaltet ist. Die Leitschaukeln 12 des Flügelrades 8 befinden sich außerhalb des axialen Zuführbereiches 9, so daß der Materialstrom möglichst störungsfrei zwischen die Leitschaukeln 12 gelangt. Die radiale Umlenkung wird durch die Leitvorrichtung 13 in Form eines Kegels 13 begünstigt.

Die Wirkungsweise der Meßvorrichtung ist folgende:

Der durch einen Pfeil 5 angedeutete Materialstrom, z. B. Körnerfrüchte wie Weizen, wird über die Zellenradschleuse 11 gleichmäßig dem Zuführtrichter 10 zugeleitet und gelangt in den axialen Bereich 9 des sich mit konstanter Drehzahl drehenden Flügelrades. Eine Drehzahl, welche eine Umfangsgeschwindigkeit von ca. 10 m/sec am Außendurchmesser des Flügelrades ergibt, hat sich als zweckmäßig bei Körnerfrüchten erwiesen. Die auf diese Weise möglichst störungsfrei radial zwischen die Leitschaukeln 12 transportierten Masseteilchen werden durch das Flügelrad unter gleichen Bedingungen für jedes Masseteilchen radial nach außen geschleudert. Das Flügelradgehäuse 7 hat im Bereich der Ausschleuderstelle eine unter etwa 45° zur Flügelradachse geneigte Gehäusewand, so daß die ausgeschleuderten Partikel in den hinteren Abfuhrkanal abgelenkt und durch den Auslauf 14 abgeführt werden. Auf diese Weise wird das Flügelrad durch abprallende Partikel nur unbedeutend beeinflusst.

Das vom Motor 2 aufzubringende Antriebsdrehmoment ist abhängig von der Masse des jeweils durch Flügelrad 8 zu fördernden Materialstromes. Weil der Motor 2 über das Gestänge 4, unter Zwischenschaltung des parallel zur Drehachse angeordneten Kraftaufnehmers 3 pendelnd aufgehängt und lediglich bei 15 drehbar geführt ist, wird die durch das Reaktionsdrehmoment auftretende Verdrehung des Motorgehäuses auf den Kraftaufnehmer 3 übertragen. Die aufgenommene Kraft wird durch das Anzeigegerät 16 direkt in kg/h als augenblickliche Durchsatzleistung angezeigt. Diese Durchsatzleistung wird mit Hilfe eines Integrators akkumuliert und auf das Zählwerk 17 zur Ablesung übertragen.

Die Zellenradschleuse 11 verhindert, daß ein unkontrollierter Luftstrom durch das Flügelrad beschleunigt wird und das Meßergebnis beeinflusst. Auch eine Rohrschnecke könnte dieselbe Aufgabe erfüllen.

Eine Kompensation des mitgeführten Luftstromes kann auch durch eine vom Auslaufräum 14 bis zum Zuführbereich führende Luftrückleitung 18 erfolgen. Durch diese Verbindungsleitung wird ständig die maximale Luftmenge, die das Flügelrad aufnimmt, gefördert und dadurch immer die gleiche Luftmenge beschleunigt. Das Meßergebnis wird durch die Luft somit nicht verfälscht.

Die Meßvorrichtung kann auch in einer anderen, als der gezeigten horizontalen Lage installiert werden. Es ist jeder beliebige Winkel bis zur vertikalen Anordnung möglich. Voraussetzung ist nur, daß die zentrale Zufüh-

rung zum Flügelrad noch gewährleistet ist und der Auslauf des Materials aus dem Flügelradgehäuse ungehindert erfolgen kann.

Die Meßvorrichtung kann auch als Dosierwaage eingesetzt werden; hierzu wird dem Flügelrad ein Dosierelement, wie beispielsweise die Zellenradschleuse 11, vorgeschaltet. Durch eine Regeleinrichtung wird die Drehzahl des Dosierelementes so eingestellt, daß das Drehmoment des Flügelrades einem gewünschten Sollwert entspricht. Bei Verwendung der Meßvorrichtung als Dosiervorrichtung dient die Schleuse (11) als Dosierelement. Die Förderleistung der Schleuse (11) wird so eingeregelt, daß das der gewünschten Menge entsprechende Drehmoment des Flügelrades (8) von der Drehmomentmeßvorrichtung angezeigt wird.

---

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

---

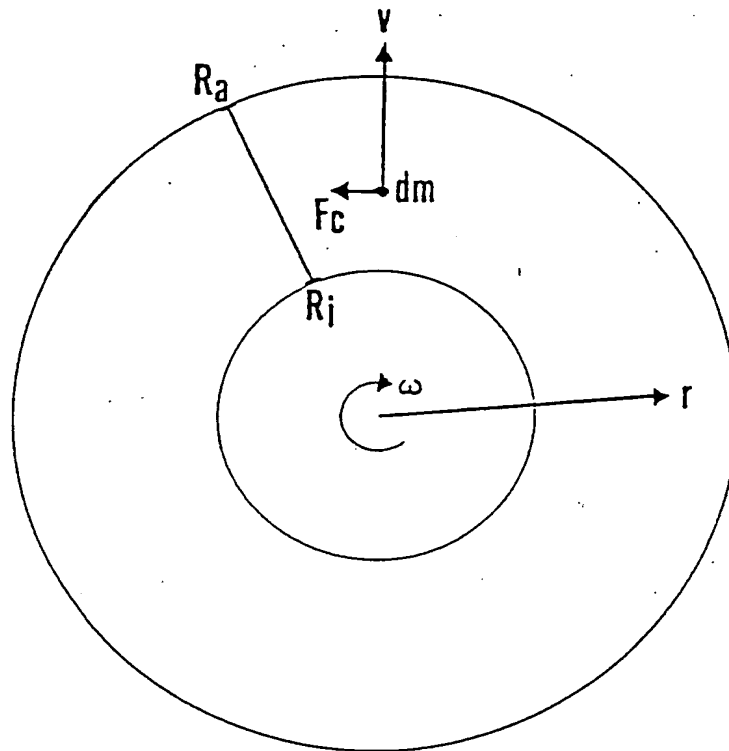


Fig. 2

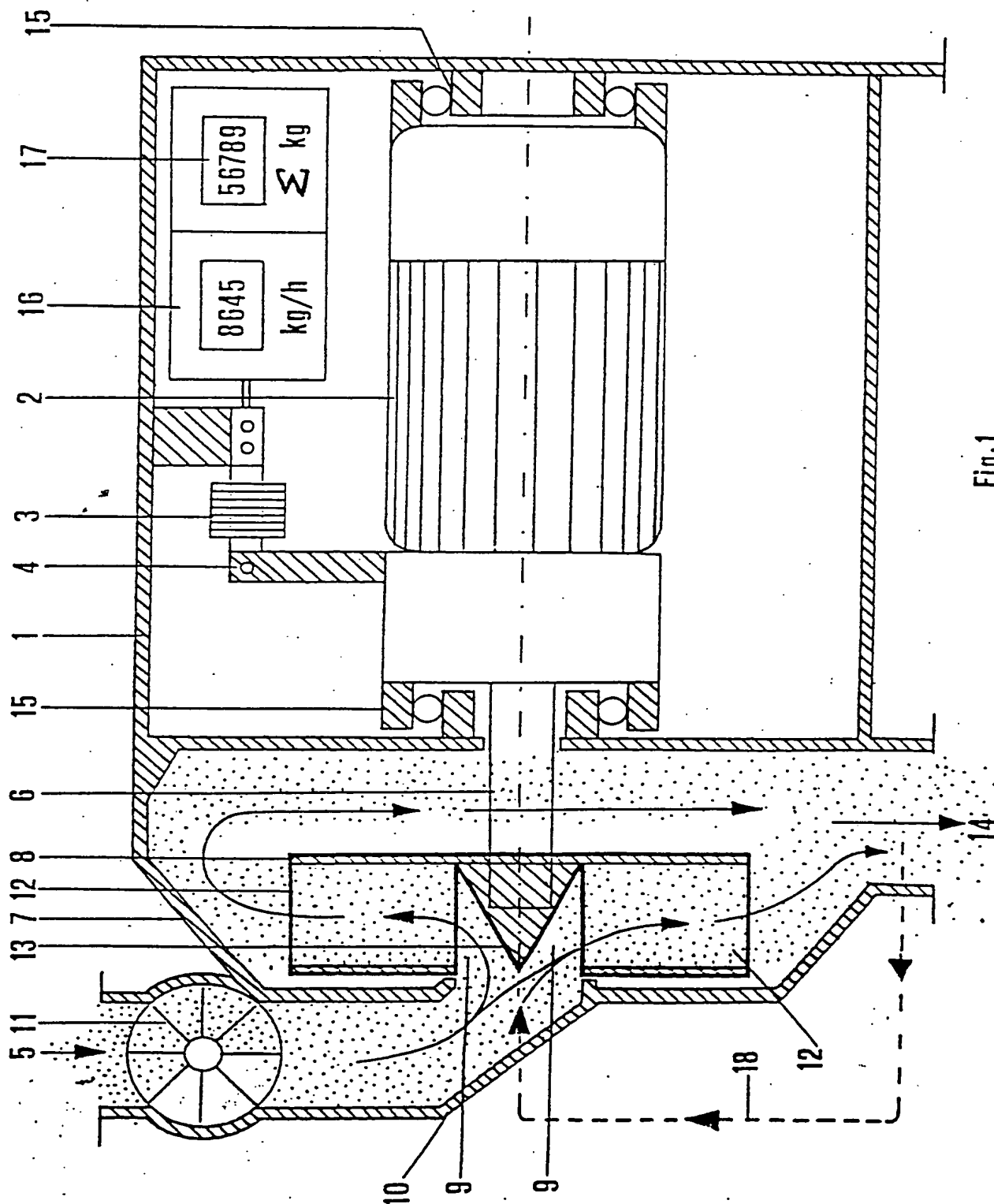


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**